

Requested Patent: JP2001325703A

Title:

METHOD FOR MANUFACTURING MAGNETORESISTIVE EFFECT THIN FILM
MAGNETIC HEAD ;

Abstracted Patent: JP2001325703 ;

Publication Date: 2001-11-22 ;

Inventor(s): FUJISAWA WATARU ;

Applicant(s): VICTOR CO OF JAPAN LTD ;

Application Number: JP20000143698 20000516 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: G11B5/39 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for magnetoresistive effect thin film magnetic head wherein the deviation of alignment of overlap of a magnetoresistive effect element and an electrode can be eliminated, the magnetoresistive effect element is never damaged and the number of manufacturing stages can be reduced. SOLUTION: In the method for manufacturing the magnetoresistive effect thin film magnetic head, the magnetoresistive effect element 2, a first magnetic domain controlling layer 3A, a second magnetic domain controlling layer 3B, a first electrode 4A and a second electrode 4B are formed by self coordination using a mask 5 formed on a magnetoresistive effect film. The mask 5 is provided with a lower layer part 5A having a first width dimension L1' and an upper layer part 5B having a second width dimension L2'. Patterns of the magnetoresistive effect element 2, the first magnetic domain controlling layer 3A and the second magnetic domain controlling layer 3B are determined by the upper layer part 5B and patterns of the first electrode 4A and the second electrode 4B are determined by the lower layer part 5A. Each part of the first electrode 4A and the second electrode 4B overlaps the magnetoresistive element 2.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-325703

(P2001-325703A)

(43)公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(51)Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

テーマコード(参考)

5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-143698(P2000-143698)

(22)出願日 平成12年5月16日(2000. 5. 16)

(71)出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72)発明者 藤沢 渉

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外9名)

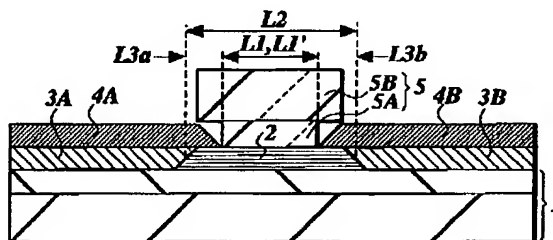
Fターム(参考) 5D034 BA05 BA08 BB12 CA08 DA07

(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57)【要約】

【課題】 磁気抵抗効果素子と電極との重ね合わせのアライメントずれをなくすることができ、磁気抵抗効果素子にダメージを与えることがなく、そして製造工程数を減少することができる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、磁気抵抗効果膜上に形成したマスク5を使用して、磁気抵抗効果素子2、第1の磁区制御層3A、第2の磁区制御層3B、第1の電極4A及び第2の電極4Bを自己整合で形成する。マスク5は第1の幅寸法 $L1$ を有する下層部5Aと第2の幅寸法 $L2$ を有する上層部5Bとを備えている。磁気抵抗効果素子2、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bのパターンは上層部5Bで決定され、第1の電極4A及び第2の電極4Bのパターンは下層部5Aで決定されている。第1の電極4A、第2の電極4のそれぞれの一部は磁気抵抗効果素子2に重なり合う。



4A 第1の電極
4B 第2の電極

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に磁気抵抗効果膜を形成する工程と、

前記磁気抵抗効果膜上の中央領域に、第1の幅寸法の下層部及び第1の幅寸法よりも大きな第2の幅寸法の上層部を少なくとも有するマスクを形成する工程と、

前記マスクの上層部を使用し、前記磁気抵抗効果膜の周辺領域を除去し、残存する磁気抵抗効果膜から磁気抵抗効果素子を形成する工程と、

前記マスクの上層部を使用し、前記磁気抵抗効果素子の両側面にそれぞれ第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を形成する工程と、

前記マスクの下層部を使用して該下層部の周囲に電極材料を回り込ませることで、前記第1の磁区制御層上に前記磁気抵抗効果素子の上面の一部に接続される第1の電極を形成するとともに、前記第2の磁区制御層上に前記磁気抵抗効果素子の上面の他の一部に接続される第2の電極を形成する工程とを備えたことを特徴とする磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 前記第1の電極と第2の電極とを形成する工程は、

前記第1の電極と第2の電極との間の離間寸法を、前記マスクの上層部の第2の幅寸法よりも小さく形成する工程であることを特徴する請求項1に記載の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項3】 前記第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を形成する工程は、真空成膜法により第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を成膜する工程であり、

前記第1の電極及び第2の電極を形成する工程は、湿式めっき法により第1の電極及び第2の電極を形成する工程であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法に関し、特に磁気抵抗効果素子と電極と磁区制御層とを少なくとも備えた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】特開平3-125311号公報に開示されるように、ハードディスクドライブ装置等の磁気記録再生装置に使用される磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドにおいては、センス電流の供給を行う一対の電極を磁気抵抗効果素子の側面に電氣的に接続する構造が一般的に使用されている。磁気抵抗効果素子にはGMR素子又はMR素子が使用されている。一対の電極下において磁気抵抗効果素子の側面にはそれぞれ磁区制御層が配設されている。磁区制御層は、磁気抵抗効果素子を単一の磁区に保持し、バルクハウゼンノイズを減少することにより、磁気再生動作における誤動作を防止することができる機

能を備えている。

【0003】このような構造を備えた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドは磁気抵抗効果素子の幅寸法とトラック幅寸法とをほぼ同一の寸法で形成しており、狭トラック化を実現するには、磁気抵抗効果素子の幅寸法、並びに一対の電極間及び磁区制御層間の離間寸法を小さくする必要がある。しかしながら、この種の磁気抵抗効果素子の幅寸法、電極間並びに磁区制御層間の寸法を極端に小さくすると、寸法が約2 μ m以下の領域で感度が急激に低下する現象が生じる。特開平9-282618号公報等で指摘されているように、もともと磁気抵抗効果素子の磁区制御層に接続される端部においては感度が低く、電極間並びに磁区制御層間の離間寸法が小さくなると、磁気抵抗効果素子の端部の感度が低い部分の割合が相対的に大きくなることが原因である。

【0004】上記特開平9-282618号公報には、このような技術課題を解決するために、磁気抵抗効果素子の上面の一部に電極を重ね合わせた（オーバーラップさせた）磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドが開示されている。この磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドにおいては、電極から供給されるセンス電流が、感度の低い端部の領域を避けて、実効的に磁気抵抗効果素子の中央領域を流れるようになっているので、感度の低下を防止することができる。この公報に開示された磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドにおいては、構造上、磁気抵抗効果素子の幅寸法に比べて、一対の電極間の離間寸法が小さく構成されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記特開平9-282618号公報に開示された磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを製作するための従来の製造プロセスを図7乃至図14を使用して説明する。

【0006】（1）まず最初に、基板11上の全面に磁気抵抗効果膜12Aを形成する（図7参照）。GMR素子を形成する場合、磁気抵抗効果膜12Aには、例えば下地層、第1の磁性層（自由層）、非磁性層、第2の磁性層（固定層）、反強磁性層、保護層のそれぞれを順次積層した複合膜を使用することができる。また、MR素子を形成する場合、磁気抵抗効果膜12Aには、例えば軟磁性層、磁気分離層、MR層のそれぞれを順次積層した複合膜を使用することができる。

【0007】（2）図7に示すように、磁気抵抗効果膜12A上の中央領域に第1のマスク15を形成する。この第1のマスク15には、例えばフォトリソグラフィ技術で形成したレジストマスクが使用されている。

【0008】（3）図8に示すように、第1のマスク15を使用し、磁気抵抗効果膜12Aの周辺領域をエッチングにより取り除き、第1のマスク15下に残存する磁気抵抗効果膜12Aから磁気抵抗効果素子12を形成する。

【0009】(4) 図9及び図10に示すように、リフトオフ技術により、磁気抵抗効果膜12Aの両側面に一対の第1の磁区制御層13A及び第2の磁区制御層13Bを形成する。すなわち、図9に示すように、引き続き第1のマスク15を使用し、基板11の全面上に磁区制御層13A、13B及び13Cを形成する。磁区制御層13A、13Bはそれぞれ磁気抵抗効果素子12の両側面に自己整合（セルフアライメント）で形成され、磁区制御層13Cは第1のマスク15上に形成される。そして、第1のマスク15を選択的に除去するとともに、第1のマスク15上の不必要な磁区制御層13Cを除去することにより、図10に示すような構造を形成することができる。

【0010】(5) 図11に示すように、基板11上の全面、すなわち磁気抵抗効果素子12上、第1の磁区制御層13A上及び第2の磁区制御層13B上に電極層14を形成する。

【0011】(6) 図12に示すように、電極層14上に第2のマスク16を形成する。第2のマスク16は、磁気抵抗効果素子12上の中央領域に開口部16Aを有し、磁気抵抗効果素子12上の周辺領域、第1の磁区制御層13A上及び第2の磁区制御層13B上が覆われるパターンにより形成されている。第2のマスク16は、例えばフォトリソグラフィ技術で形成したレジストマスクが使用されている。

【0012】(7) 図13及び図14に示すように、第2のマスク16を使用し、開口部16Aから露出する電極層14を除去し、第1の磁区制御層13A上において第2のマスク16下に残存する電極層14から第1の電極14Aを形成するとともに、第2の磁区制御層13B上において第2のマスク16下に残存する電極層14から第2の電極14Bを形成する。

【0013】(8) 図14に示すように、第2のマスク16を除去することにより、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを完成させることができる。

【0014】しかしながら、上記磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造プロセスにおいては、以下の新たな課題が生じるに至った。

【0015】(イ) 第1のマスク15により形成された磁気抵抗効果素子12に対して、第1の電極14A、第2の電極14Bのそれぞれは別の第2のマスク16により形成される（図11乃至図14参照。）ので、双方の間には製造上のアライメントずれが生じる。例えば、磁気抵抗効果素子12に対して第2のマスク16が第1の磁区制御層13A側にアライメントずれを生じた場合、磁気抵抗効果素子12と第1の電極14Aとの間の重ね合わせ量が極端に減少し、磁気抵抗効果素子12の端部の低感度領域が現れ、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの出力を低下させてしまう。

【0016】(ロ) 第2のマスク16を使用して電極層

14が除去された（図12及び図13参照。）後、若干のオーバーエッチングにより磁気抵抗効果素子12の上面がエッチング雰囲気中に曝される。例えば磁気抵抗効果素子12にGMR素子が使用される場合、磁気抵抗効果素子12の最上層は保護層例えばタンタル（Ta）膜で被覆されている。しかしながら、エッチング選択比が十分に確保できない場合、保護層や電極層14に膜厚分布が存在する場合、エッチング装置にエッチング速度分布が存在する場合等の原因により、磁気抵抗効果素子12の最上層の保護層が消失してしまい、下層の反強磁性層がエッチング時のイオン衝撃により直接的にダメージを受けたり、反強磁性層が酸化されたりするので、GMR特性に影響を及ぼす可能性があった。

【0017】(ハ) 磁気抵抗効果素子12、第1の磁区制御層13A及び第2の磁区制御層13Bを形成する第1のマスク15と、第1の電極14A及び第2の電極14Bを形成する第2のマスク16との少なくとも2回のマスク製作工程並びにその除去工程が必要である。このため、製造工程数が多く、しかも製造工程が長くなるので、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの生産性が低下し、又製造上の歩留まりが低下してしまう。

【0018】本発明は上記課題を解決するためになされたものである。従って、本発明の目的は、磁気抵抗効果素子と電極との重ね合わせにアライメントずれを生じることがない磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することである。

【0019】さらに、本発明の目的は、電極の形成の際に磁気抵抗効果素子にダメージを与えることがない磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することである。

【0020】さらに、本発明の目的は、製造工程数を減少することができ、生産性を向上することができる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することである。

【0021】さらに、本発明の目的は、製造工程数を減少することができ、製造上の歩留まりを向上することができる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することである。

【0022】そして、さらに本発明の目的は、上記目的を達成しつつ、出力特性を向上することができる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを提供することである。

【0023】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の第1の特徴は、基板上に磁気抵抗効果膜を形成する工程と、磁気抵抗効果膜上の中央領域に、第1の幅寸法の下層部及び第1の幅寸法よりも大きな第2の幅寸法の上層部を少なくとも有するマスクを形成する工程と、マスクの上層部を使用し、磁気抵抗効果膜の周辺領域を除去し、残存する磁気抵抗効果膜から磁気抵抗効果素子を形成する工程と、マスクの上層部を使用し、磁

気抵抗効果素子の両側面にそれぞれ第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を形成する工程と、マスクの下層部を使用してこの下層部の周囲に電極材料を回り込ませることで、第1の磁区制御層上に磁気抵抗効果素子の上面の一部に接続される第1の電極を形成するとともに、第2の磁区制御層上に磁気抵抗効果素子の上面の他の一部に接続される第2の電極を形成する工程とを備えた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法としたことである。

【0024】ここで、「第1の幅寸法の下層部及び第1の幅寸法よりも大きな第2の幅寸法の上層部を少なくとも有するマスク」とは、少なくとも2種類の幅寸法を規定する箇所を有する一枚のマスクという意味で使用される。このマスクには、第1の幅寸法の底面及び第1の幅寸法よりも大きい第2の幅寸法の上面を有する逆台形状のマスク、第1の幅寸法にアンダーカットされた下層部及び第2の幅寸法でオーバーハングする上層部を有するマスク等が、少なくとも含まれる。マスクには、例えば単層レジスト膜を逆テーパ形状に加工したマスク、感光速度や現像速度が異なる多層レジスト膜をアンダーカットした又はオーバーハングさせたマスク等を実用的に使用することができる。

【0025】「マスクの上層部を使用し、第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を形成する工程」と「マスクの下層部を使用し、第1の電極及び第2の電極を形成する工程」とは、マスクの下層部への回り込みが、第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を形成する工程よりも、第1の電極及び第2の電極を形成する工程の方が大きいことを表す意味で使用されている。従って、第1の電極及び第2の電極と磁気抵抗効果素子との重ね合わせ量は、少なくとも第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層に比べて大きくなる。「第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を形成する工程」、「第1の電極及び第2の電極を形成する工程」のそれぞれにはリフトオフ技術を実用的に使用することができる。また、「磁気抵抗効果素子を形成する工程」には、GMR素子を形成する工程、MR素子を形成する工程が少なくとも含まれる。

【0026】このような本発明の第1の特徴に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、1つのマスクを基準として、磁気抵抗効果素子、第1及び第2の磁区制御層、第1及び第2の電極のそれぞれを自己整合で形成することができるので、製造上のアライメントずれをなくすることができる。第1の電極及び第2の電極は、マスクの下層部を基準として形成されるので、磁気抵抗効果素子の上面に対して十分な重ね合わせ量を確保した状態で形成することができる。従って、端部の低感度領域を避けた磁気抵抗効果素子の中央領域に実効的にセンス電流を流すことができるので、出力特性の優れた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0027】さらに、本発明の第1の特徴に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、磁気抵抗効果素子上をマスクで被覆保護した状態で第1及び第2の電極の形成を行うようにしたので、磁気抵抗効果素子にパターンニングの際のダメージ（例えばエッチングダメージ）を与えることがない。

【0028】さらに、本発明の第1の特徴に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、1枚のマスクにより磁気抵抗効果素子、第1及び第2の磁区制御層、第1及び第2の電極のそれぞれを形成することができるので、少なくともマスク製作工程数を削減することができ、全体の製造工程数を減少することができる。製造工程数を減少することができる結果、生産性を向上することができ、又製造上の歩留まりを向上することができる。

【0029】本発明の第2の特徴は、本発明の第1の特徴に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、第1の電極と第2の電極とを形成する工程が、第1の電極と第2の電極との間の離間寸法を、マスクの上層部の第2の幅寸法よりも小さく形成する工程である磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法としたことである。ここで、「第1の電極と第2の電極との間の離間寸法を、マスクの上層部の第2の幅寸法よりも小さく形成する」とは、磁気抵抗効果素子と第1の電極との間の重ね合わせ量、磁気抵抗効果素子と第2の電極との間の重ね合わせ量が、いずれもマスクの第1の幅寸法と第2の幅寸法との間の範囲で設定される意味で使用され、双方の重ね合わせを確実に実施できる範囲を表す意味である。

【0030】このような本発明の第2の特徴に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、上記本発明の第1の特徴に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法と同様に、第1の電極及び第2の電極を磁気抵抗効果素子の上面に十分な重ね合わせ量を確保した状態で形成することができるので、端部の低感度領域を避けた磁気抵抗効果素子の中央領域に実効的にセンス電流を流すことができ、出力特性の優れた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0031】本発明の第3の特徴は、本発明の第1の特徴又は本発明の第2の特徴に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を形成する工程が、真空成膜法により第1の磁区制御層及び第2の磁区制御層を成膜する工程であり、第1の電極及び第2の電極を形成する工程が、湿式めっき法により第1の電極及び第2の電極を形成する工程である磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法としたことである。ここで、「真空成膜法」とは、真空系内において成膜粒子を基板上に成膜させる方法であり、成膜方向の異方性の制御を容易に行うことができる特徴がある。つまり、マスクの下層部への成膜粒子の回り込

みが少ない成膜方法として、実用的に使用することができる。「真空成膜法」には、例えばスパッタリング法、イオンビームスパッタリング法等が少なくとも含まれる。「湿式めっき法」とは、溶液中において行うめっき法であり、成膜方向の等方性の制御を容易に行うことができる特徴がある。つまり、マスクの下層部へのめっき粒子の回り込みが多い成膜方法として、実用的に使用することができる。「湿式めっき法」には、少なくとも電解めっき法、無電解めっき法のそれぞれが少なくとも含まれる。

【0032】このような本発明の第3の特徴に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、第1及び第2の磁区制御層をマスクの上層部の第2の幅寸法に従って磁気抵抗効果素子の幅寸法と同等に形成することができ、磁気抵抗効果素子の側面に第1及び第2の磁区制御層を確実に形成することができる。さらに、第1及び第2の電極をマスクの下層部に十分に回り込むように形成することができる。第1及び第2の磁区制御層と第1及び第2の電極とは、マスクの下層部において回り込み量に十分な差を生成することができるので、磁気抵抗効果素子と第1の電極との間の重ね合わせ量、磁気抵抗効果素子と第2の電極との間の重ね合わせ量をいずれも十分に確保することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0034】〔磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの構造〕図1は本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの断面構成図である。図1に示すように、本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドは、基板1と、基板1上の中央領域の磁気抵抗効果素子2と、基板1上において磁気抵抗効果素子2の両側面にそれぞれ磁気的に接続された第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bと、第1の磁区制御層3A上に配設され一端が磁気抵抗効果素子2の上面の一部に電気的に接続された第1の電極（第1のリード配線）4Aと、第2の磁区制御層3B上に配設され一端が磁気抵抗効果素子2の上面の他部に電気的に接続された第2の電極（第2のリード配線）4Aとを備えて構成されている。なお、本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドは再生専用磁気ヘッドとして構築されているが、本発明は再生記録磁気ヘッドにも適用することができる。このような再生記録磁気ヘッドにおいては、例えば、基板1上に上記再生専用磁気ヘッドを配設し、この再生専用磁気ヘッド上に磁気シールド層を介在させて記録専用磁気ヘッドを配設する構造を実用的に使用することができる。

【0035】基板1は、図示しないが、再生専用磁気ヘッドの筐体に取り付けられている。基板1には、例えば導電性を有するAl-TiC基板とその上層に配設され

た絶縁性の Al_2O_3 膜又は SiO_2 膜とを少なくとも備えた基板を実用的に使用することができる。基板1は1枚のウエハからダイシングにより切り出され分割化されたものである。

【0036】磁気抵抗効果素子2は、詳細に図示していないが、本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドにおいて、スピンバルブGMR素子により構成されている。GMR素子は、基板1からその上層に向かって、例えば下地層、自由層、非磁性導電層、固定層、反強磁性層、保護層のそれぞれを順次重ね合わせた積層構造で構成されている。下地層には、例えば5nmの膜厚を有するTa膜を実用的に使用することができる。自由層には、例えば6nmの膜厚を有する軟磁性材料であるCoFe膜を実用的に使用することができる。非磁性導電層には、例えば2.5nmの膜厚を有するCu膜を実用的に使用することができる。固定層には、例えば3nmの膜厚を有するCoFe膜を実用的に使用することができる。反強磁性層には、例えば8nmの膜厚を有するIrMn膜を実用的に使用することができる。保護層には、例えば5nmの膜厚を有するTa膜を実用的に使用することができる。

【0037】また、本発明においては、磁気抵抗効果素子2をMR素子により構成することができる。MR素子は、例えば20nmの膜厚を有するCoZrMo膜（軟磁性層：SAL）、20nmの膜厚を有するTa膜（磁気分離層）、20nmの膜厚を有するNi-Fe膜（MR膜）のそれぞれを順次積層した複合膜により構成することができる。

【0038】図1中、左側の第1の磁区制御層3Aの右側一端は、磁気抵抗効果素子2の左側に、この磁気抵抗効果素子2に対して製造プロセス上のアライメントずれがない状態すなわち自己整合により形成されている。同様に、図1中、右側の第2の磁区制御層3Bの左側一端は、磁気抵抗効果素子2の右側側面に、この磁気抵抗効果素子2に対して自己整合により形成されている。第1の磁区制御層3A、第2の磁区制御層3Bは、その構造を詳細に示していないが、例えば配向制御膜上に永久磁石膜を積層した複合膜により形成されている。配向制御膜には、例えばCr膜を実用的に使用することができる。永久磁石膜には、例えばCoCrPt系の合金を実用的に使用することができる。第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bの膜厚は磁気抵抗効果素子2の膜厚と同程度に構成されることが好ましく、特に第1の磁区制御層3A、第2の磁区制御層3Bのそれぞれの永久磁石膜は磁気抵抗効果素子2の固定層と同等の膜厚でしかも同一高さに構成されることが好ましい。このように構成される第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bはその永久磁石膜から発生する磁界により磁気抵抗効果素子2の固定層を単一の磁区に制御することができる。

【0039】図1中、左側の第1の電極4Aの右側一端は、磁気抵抗効果素子2の上面の左側端部において、この磁気抵抗効果素子2に対して自己整合により形成されている。同様に、図1中、右側の第2の電極4Bの左側一端は、磁気抵抗効果素子2の上面の右側端部において、この磁気抵抗効果素子2に対して自己整合により形成されている。すなわち、第1の電極4Aと磁気抵抗効果素子2との間の重ね合わせ量（オーバーラップ量） $L3a$ と、第2の電極4Bと磁気抵抗効果素子2との間の重ね合わせ量 $L3b$ とは等しくなっている（ $L3a=L3b$ ）。また、第1の電極4A、第2の電極4Bのそれぞれと磁気抵抗効果素子2とを重ね合わせることで、第1の電極4Aと第2の電極4Bとの間の離間寸法 $L1$ は磁気抵抗効果素子2の幅寸法 $L2$ よりも小さくなっている（ $L1<L2$ ）。第1の電極4A及び第2の電極4Bは磁気抵抗効果素子2にセンス電流を供給するようになっており、この第1の電極4A及び第2の電極4Bには例えばCu、Au、Ag、Al、Ni、Ti、W、Cr、Mo、Ta等の単層膜又はいずれか2個以上を組み合わせた積層した複合膜を実用的に使用することができる。第1の電極4A及び第2の電極4Bは例えば約100nmの膜厚で形成することができる。

【0040】このように構成される本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドにおいては、第1の電極4A及び第2の電極4Bと磁気抵抗効果素子2との間が重ね合わされ、しかも第1の電極4Aと磁気抵抗効果素子2との重ね合わせ量と第2の電極4Bと磁気抵抗効果素子2との間の重ね合わせ量とを実質的に同一にすることができる。従って、磁気抵抗効果素子2の端部の低感度領域を左右同等の範囲で避け、磁気抵抗効果素子2の中央領域に実効的にセンス電流を流すことができるので、出力特性に優れ、かつ製品相互間で出力特性にばらつきがない優れた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを実現することができる。

【0041】〔磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法〕次に、上記本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を図2乃至図6に示す工程断面図を使用して説明する。

【0042】（1）まず最初に、基板1を準備し、図2に示すように、この基板1上に磁気抵抗効果膜2Aを形成する。上記のように、例えば磁気抵抗効果素子2にスピナルブGMR素子が使用される場合、磁気抵抗効果膜2Aは、下地層、自由層、非磁性導電層、固定層、反強磁性層、保護層のそれぞれを順次重ね合わせた複合膜で形成される。これらの薄膜は例えばスパッタリング法により連続的に成膜することができる。

【0043】（2）図3に示すように、磁気抵抗効果膜2A上の中央領域に、第1の幅寸法 $L1'$ の下層部5A及び第1の幅寸法 $L1'$ よりも大きな第2の幅寸法 $L2'$ の上層部5Bを少なくとも有するマスク5を形成す

る。すなわち、マスク5は、第1の幅寸法 $L1'$ にアンダーカットされた下層部5A及び第2の幅寸法 $L2'$ でオーバーハングする上層部5Bを備えている。このマスク5の下層部5Aは、第1の電極4Aと第2の電極4Bとの間の離間寸法 $L1$ を規定するようになっている。上層部5Bは、磁気抵抗効果素子2の幅寸法 $L2$ と、第1の磁区制御層3Aと第2の磁区制御層3Bとの間の離間寸法（ $=L2$ ）との双方を規定するようになっている。マスク5は、例えば感光速度や現像速度が異なる多層レジスト膜（例えば、下層レジスト膜と、この下層レジスト膜よりも感光速度又は現像速度が遅い上層レジスト膜とを積層した多層レジスト膜）をアンダーカットさせる（又はオーバーハングさせる）ことにより簡易に形成することができる。

【0044】なお、本発明において、マスク5には、第1の幅寸法 $L1'$ の底面及び第1の幅寸法 $L1'$ よりも大きい第2の幅寸法 $L2'$ の上面を有する逆台形状のマスク（側面が逆テーパ形状で形成されたマスク）も実用的に使用することができる。この逆台形状のマスクは、単層レジスト膜を逆テーパ形状に加工することにより、又上記のような多層レジスト膜を逆テーパ形状に加工することにより、簡易に形成することができる。

【0045】（3）マスク5の上層部5Bを使用し、磁気抵抗効果膜2Aの周辺領域を除去し、図4に示すように、残存する磁気抵抗効果膜2Aから磁気抵抗効果素子2を形成する（パターンニングする）。磁気抵抗効果膜2Aの除去には、例えばエッチング方向に異方性を有するイオンビームエッチング（IBE）、反応性イオンエッチング（RIE）等のエッチング法を実用的に使用することができる。マスク5の第2の幅寸法 $L2'$ の上層部5Bを使用して磁気抵抗効果素子2を形成しているので、磁気抵抗効果素子2は第2の幅寸法 $L2'$ と同等の第2の幅寸法 $L2$ により形成することができる。

【0046】（4）次に、図5、図6及び前述の図1に示すように、リフトオフ法を使用し、第1の磁区制御層3A、第2の磁区制御層3B、第1の電極4A及び第2の電極4Bを形成する。すなわち、図5に示すように、マスク5の上層部5Aを使用し、磁気抵抗効果素子2の左側側面に第1の磁区制御層3Aを形成するとともに、磁気抵抗効果素子2の左側側面と対向する右側側面に第2の磁区制御層3Bを形成する。第1の磁区制御層3A、第2の磁区制御層3Bのそれぞれは例えば成膜方向の異方性を容易に制御することができる真空成膜法により形成することができる。真空成膜法としては、スパッタリング法を実用的に使用することができる。マスク5の第2の幅寸法 $L2'$ の上層部5Bを使用して第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bを形成しているので、第1の磁区制御層3Aと第2の磁区制御層3Bとの間の離間寸法は磁気抵抗効果素子2の第2の幅寸法 $L2$ と同等に形成することができる。つまり、第1の磁区

制御層3A、第2の磁区制御層3Bは、マスク5の下層部5Aへの回り込みが極端に少ない状態において形成することができる。そして、第1の磁区制御層3A、第2の磁区制御層3Bは、いずれも磁気抵抗効果素子2（又はマスク5）に対して製造プロセス上のアライメントずれがない自己整合により形成されている。なお、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bは基板1上の全面に形成されているので、マスク5上には不必要な磁区制御層3Cが形成されている。

【0047】（5）引き続き、マスク5の下層部5Aを使用し、第1の磁区制御層3A上に磁気抵抗効果素子2の上面の左側の一部に電気的に接続される第1の電極4Aを形成するとともに、第2の磁区制御層3B上に磁気抵抗効果素子2の上面の右側の他の一部に電気的に接続される第2の電極4Bを形成する。第1の電極4A、第2の電極4Bのそれぞれは例えば成膜方向に等方性を有する湿式めっき法により形成することができる。湿式めっき法は、溶液中において行うめっき法であり、マスク5の下層部5Aへのめっき粒子の回り込みが多い成膜方法である。この湿式めっき法には、少なくとも電解めっき法又は無電解めっき法を実用的に使用することができる。電解めっき法の場合には、所定電位が印加された導体薄膜上に選択的に成膜することができる。無電解めっき法の場合には、電位が印加されていない金属薄膜上に選択的に成膜することができる。

【0048】マスク5の第1の幅寸法 L_1' の下層部5Aを使用して第1の電極4A及び第2の電極4Bを形成しているので、第1の電極4Aと第2の電極4Bとの間は磁気抵抗効果素子2の第2の幅寸法 L_2 よりも小さい第1の離間寸法 L_1 により形成することができる。つまり、第1の電極4A、第2の電極4Bは、電極材料をマスク5の下層部5Aの周囲に十分に回り込ませた状態において形成され、第1の電極4Aと磁気抵抗効果素子2との間の重ね合わせ量 L_3a 、第2の電極4Bと磁気抵抗効果素子2との間の重ね合わせ量 L_3b をいずれも十分に確保した状態において形成することができる。例えば、第1の電極4Aと第2の電極4Bとの間の第1の離間寸法 L_1 が $0.22\mu m \sim 0.25\mu m$ 、素子高さ（紙面に対して垂直な方向の磁気抵抗効果素子2の寸法）が $0.15\mu m \sim 0.50\mu m$ に設定される場合、重ね合わせ量 L_3a 、 L_3b はいずれも $0.20\mu m \sim 0.55\mu m$ 程度に設定することが、磁気抵抗効果素子2の端部の低感度領域を避ける上で好ましい。そして、第1の電極4A、第2の電極4Bは、いずれも磁気抵抗効果素子2（又はマスク5、第1の磁区制御層3A若しくは第2の磁区制御層3B）に対して製造プロセス上のアライメントずれがない自己整合により形成されている。

【0049】（6）最後に、マスク5を除去することにより、前述の図1に示す磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド

を完成させることができる。ここで、マスク5の除去に伴い、マスク5上の不必要な磁区制御層3Cも同時に除去することができる。

【0050】このような本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、1つのマスク5を基準として、磁気抵抗効果素子2、第1の磁区制御層3A、第2の磁区制御層3B、第1の電極4A及び第2の電極4Bのそれぞれを自己整合で形成することができるので、製造上のアライメントずれをなくすることができる。第1の電極4A及び第2の電極4Bは、マスク5の下層部5Aを基準として形成されているので、磁気抵抗効果素子2の上面に対して充分な重ね合わせ量 L_3a 及び L_3b を確保した状態で形成することができる。従って、端部の低感度領域を避けた磁気抵抗効果素子2の中央領域に実効的にセンス電流を流すことができるので、出力特性の優れた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0051】さらに、本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、磁気抵抗効果素子2上をマスク5で被覆保護した状態で第1の電極4A及び第2の電極4Bの形成を行うようにしたので、磁気抵抗効果素子2にパターンニングの際のダメージ（例えばエッチングダメージ）を与えることがない。

【0052】さらに、本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、1枚のマスク5により磁気抵抗効果素子2、第1の磁区制御層3A、第2の磁区制御層3B、第1の電極4A及び第2の電極4Bのそれぞれを形成することができるので、少なくともマスク製作工程数を削減することができ、全体の製造工程数を減少することができる。製造工程数を減少することができる結果、生産性を向上することができる。又製造上の歩留まりを向上することができる。

【0053】さらに、本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、真空成膜法を使用することにより、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bをマスク5の上層部5Bの第2の幅寸法 L_2' に従って磁気抵抗効果素子2の第2の幅寸法 L_2 と同等に形成することができ、磁気抵抗効果素子2の側面に第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bを確実に形成することができる。さらに、第1の電極4A及び第2の電極4Bをマスク5の下層部5Aに十分に回り込むように形成することができる。第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bと第1の電極4A及び第2の電極4Bとは、マスク5の下層部5Aにおいて回り込み量に充分な差を生成することができるので、磁気抵抗効果素子2と第1の電極4Aとの間の重ね合わせ量 L_3a 、磁気抵抗効果素子2と第2の電極4Bとの間の重ね合わせ量 L_3b をいずれも十分に確保することができる。

【0054】〔変形例〕上記本発明の実施の形態に係る

磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bを真空成膜法により形成し、第1の電極4A及び第2の電極4Bを湿式めっき法により形成したが、本発明においては以下のような成膜方法を採用することができる。

【0055】第1の変形例：磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bを真空成膜法により形成するとともに、それよりも高い成膜圧力（磁区制御層の成膜圧力<電極の成膜圧力）において第1の電極4A及び第2の電極4Bを真空成膜法により形成することができる。すなわち、成膜圧力が異なる同一の真空成膜法により、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bと、第1の電極4A及び第2の電極4Bとを形成することができる。成膜圧力が高い場合には、成膜粒子（例えばスパッタリング粒子）の平均自由飛程距離が小さくなるので、マスク5の下層部5Aへの回り込み量が大きくなる。

【0056】第2の変形例：磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bを真空成膜法により形成するとともに、それよりも短い成膜距離（磁区制御層の成膜距離>電極の成膜距離）において第1の電極4A及び第2の電極4Bを真空成膜法により形成することができる。すなわち、成膜距離が異なる同一の真空成膜法により、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bと、第1の電極4A及び第2の電極4Bとを形成することができる。例えばスパッタリング法の場合、蒸着源（ターゲット）と基板1との間の距離が短いと、基板1に飛来する成膜粒子の角度分布が大きくなる（成膜粒子の飛来する方向がランダムになる）ので、マスク5の下層部5Aへの回り込み量が大きくなる。

【0057】第3の変形例：磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bをイオンビームスパッタリング法により形成するとともに、それよりも小さい入射角度（磁区制御層の入射角度<電極の入射角度）において第1の電極4A及び第2の電極4Bをイオンビームスパッタリング法により形成することができる。すなわち、入射角度が異なる同一の真空成膜法により、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bと、第1の電極4A及び第2の電極4Bとを形成することができる。イオンビームスパッタリング法の場合、成膜粒子の入射角度が小さいと、基板1に対して平行方向からの成膜粒子の入射量が多くなるので、マスク5の下層部5Aへの回り込み量が大きくなる。

【0058】第4の変形例：磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、上記第1の変形例乃至第3の変形例のうち少なくとも2個を組み合わせて第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bと、第1の電極4A及び第2の電極4Bとを形成することができる。例

えば、上記第1の変形例と第2の変形例とを組み合わせ、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bを真空成膜法により形成するとともに、それよりも高い成膜圧力とそれよりも短い成膜距離において第1の電極4A及び第2の電極4Bを真空成膜法により形成することができる。

【0059】（その他の実施の形態）本発明は上記実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

【0060】例えば、上記実施の形態の変形例に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、第1の磁区制御層3A及び第2の磁区制御層3Bをイオンビームスパッタリング法により形成するとともに、それよりも成膜圧力が低くても、それよりも小さい入射角度に設定して第1の電極4A及び第2の電極4Bをイオンビームスパッタリング法により形成することにより、マスク5の下層部5Aへの回り込み量を大きくすることができる。

【0061】このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を含むことは勿論である。従って、本発明の技術的範囲は上記の妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

【0062】

【発明の効果】本発明は、磁気抵抗効果素子と電極との重ね合わせにアライメントずれを生じることがない磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することができる。

【0063】さらに、本発明は、電極の形成の際に磁気抵抗効果素子にダメージを与えることがない磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することができる。

【0064】さらに、本発明は、製造工程数を減少することができ、生産性を向上することができる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することができる。

【0065】さらに、本発明は、製造工程数を減少することができ、製造上の歩留まりを向上することができる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することができる。

【0066】そして、さらに本発明は、上記効果を得ることができ、出力特性を向上することができる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの断面構造図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図3】上記図2に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図4】上記図3に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図5】上記図4に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図6】上記図5に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの断面構造図である。

【図7】本発明の先行技術に係る磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図8】上記図7に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図9】上記図8に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図10】上記図9に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図11】上記図10に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図12】上記図11に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

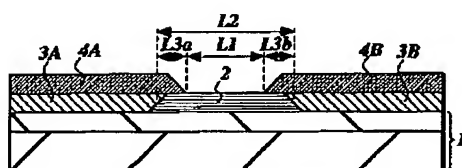
【図13】上記図12に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【図14】上記図13に続く磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの工程断面図である。

【符号の説明】

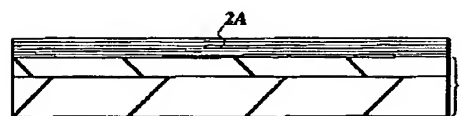
- 1 基板
- 2 磁気抵抗効果素子
- 2A 磁気抵抗効果膜
- 3A 第1の磁区制御層
- 3B 第2の磁区制御層
- 4A 第1の電極
- 4B 第2の電極
- 5 マスク
- 5A 下層部
- 5B 上層部

【図1】



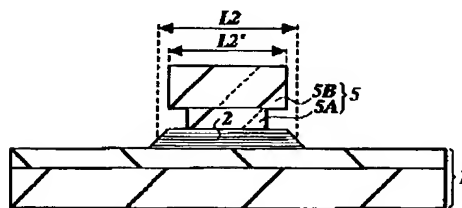
- 1 基板
- 2 磁気抵抗効果素子
- 3A 第1の磁区制御層
- 3B 第2の磁区制御層
- 4A 第1の電極
- 4B 第2の電極

【図2】

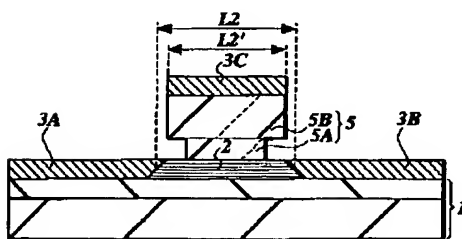


2A 磁気抵抗効果膜

【図4】

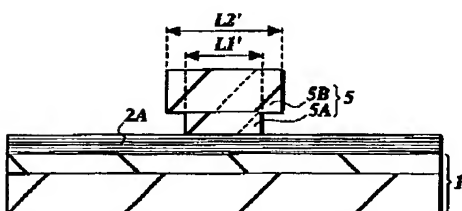


【図5】



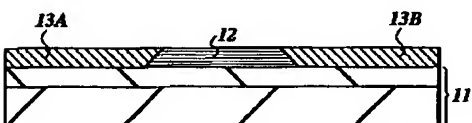
- 3A 第1の磁区制御層
- 3B 第2の磁区制御層

【図3】

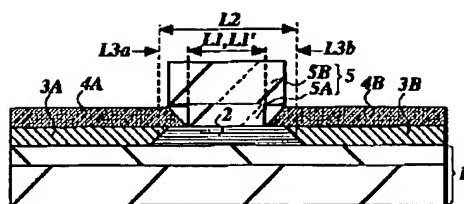


- 5 マスク
- 5A 下層部
- 5B 上層部

【図10】

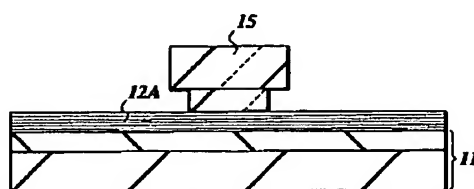


【図6】

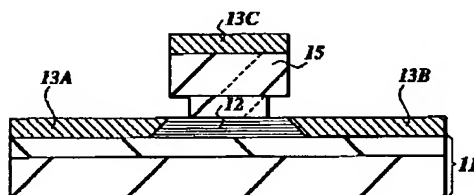


4A 第1の電極
4B 第2の電極

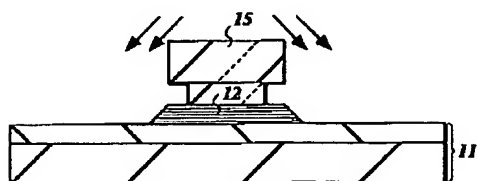
【図7】



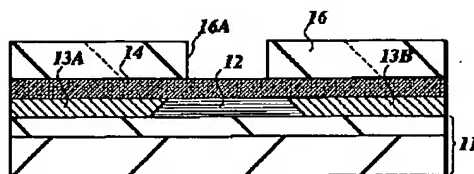
【図9】



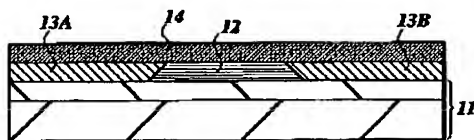
【図8】



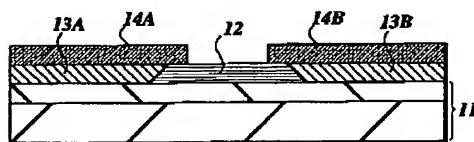
【図12】



【図11】



【図14】



【図13】

